FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

Année 1904 — THÈSE — N°

POUR

LE DOCTORAT EN MÉDECINE

Présentée et soutenue le jeudi 21 janvier 1904, à 1 heure

PAR

Roger TRUELLE

ANCIEN EXTERNE DES HOPITAUX DE PARIS
MÉDAILLE DE BRONZE DE L'ASSISTANCE PUBLIQUE

ACTION

Des différents courants électriques

Sur la fibre lisse de l'intestin

Président : M. DIEULAFOY, *professeur.*
Juges : MM. ACHARD et RENON, *agrégés.*

Le candidat répondra aux questions qui lui seront faites sur les diverses parties de l'enseignement médical

PARIS
IMPRIMERIE DE LA FACULTÉ DE MÉDECINE
H. JOUVE
15, rue Racine, 15

1904

FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

Doyen	M. DEBOVE.
Professeurs	MM.
Anatomie	P. POIRIER
Physiologie	Ch. RICHET.
Physique médicale	GARIEL.
Chimie organique et Chimie minérale	GAUTIER.
Histoire naturelle médicale	BLANCHARD
Pathologie et thérapeutique générales	BOUCHARD
Pathologie médicale	HUTINEL. BRISSAUD.
Pathologie chirurgicale	LANNELONGUE
Anatomie pathologique	CORNIL.
Histologie	MATHIAS DUVAL
Opérations et appareils	BERGER.
Pharmacologie et matière médicale	POUCHET.
Thérapeutique	GILBERT.
Hygiène	
Médecine légale	BROUARDEL
Histoire de la médecine et de la chirurgie	DEJERINE.
Pathologie expérimentale et comparée	CHANTEMESSE.
Clinique médicale	HAYEM. DIEULAFOY. DEBOVE. LANDOUZY.
Maladie des enfants	GRANCHER.
Clinique de pathologie mentale et des maladies de l'encéphale	JOFFROY.
Clinique des maladies cutanées et sypilitiques	GAUCHER.
Clinique des maladies du système nerveux	RAYMOND TERRIER.
Clinique chirurgicale	DUPLAY. LE DENTU. TILLAUX.
Clinique ophtalmologique	De LAPERSONNE.
Clinique des maladies des voies urinaires	GUYON.
Clinique d'accouchements	BUDIN. PINARD.
Clinique gynécologique	POZZI.
Clinique chirurgicale infantile	KIRMISSON.

Agrégés en exercice.

MM.			
ACHARD	FAURE	LEGUEU	TEISSIER
AUVRAY	GILLES DE LA TOURETTE	LEPAGE	THIERY
BESANÇON		MARION	THIROLOIX
BONNAIRE	GOSSET	MAUCLAIRE	THOINOT
BROCA (Aug.).	GOUGET	MERY	VAQUEZ
BROCA (André)	GUIART	POTOCKI	WALLICH
CHASSEVANT	HARTMANN	REMY	WALTHER
CUNEO	JEANSELME	RENON	WIDAL
DEMELIN	LANGLOIS	RICHAUD	WURTZ
DESGREZ	LAUNOIS	RIEFFEL (chef des travaux anat.)	
DUPRE	LEGRY		

Par délibération en date du 9 décembre 1798, l'École a arrêté que les opinions émises dans les dissertations qui lui seront présentées doivent être considérées comme propres à leurs auteurs, et qu'elle n'entend leur donner aucune approbation ni improbation.

A MON PÈRE ET A MA MÈRE

A MON PRÉSIDENT DE THÈSE

MONSIEUR LE PROFESSEUR DIEULAFOY

Médecin à l'Hôtel-Dieu,
Membre de l'Académie de Médecine.
Commandeur de la Légion d'honneur.

ACTION

des différents courants électriques

SUR

la Fibre lisse de l'intestin

AVANT-PROPOS

Au moment d'achever nos études médicales, nous considérons comme un devoir très doux de témoigner toute notre gratitude à ceux qui furent nos maîtres dans les hôpitaux.

Avec M. le Docteur Quénu, nous accomplissions à l'hôpital Cochin notre première année de stage chirurgical. Là, nous sommes entré en contact avec cette catégorie si intéressante des malades qui dépendent du domaine de la chirurgie. Là nous avons appris à connaître et à appliquer les principes d'une asepsie rigoureuse, en même temps que les éléments de la pathologie chirurgicale ; et cet enseignement nous a paru si précieux, qu'à peine admis comme externe dans les hôpitaux, nous sollicitions de notre maître l'avantage d'accomplir dans son service notre seconde année d'externat.

Admis ensuite à l'Hôtel-Dieu dans le service de clinique médicale de M. le Professeur Dieulafoy, nous y avons accompli notre stage médical. Qu'il nous soit permis aujourd'hui en lui exprimant notre profonde reconnaissance d'avoir bien voulu accepter la présidence de notre thèse, de lui dire à quel point nous avons apprécié l'avantage de son haut enseignement et de ses leçons magistrales. Nous n'oublions pas que c'est dans son service, sous la direction de M. le Docteur Lacaille, que nous avons acquis les premiers principes d'électricité médicale, qui devaient nous être d'un si précieux secours pour l'étude à laquelle nous nous consacrons aujourd'hui.

Notre première année d'externat s'est écoulée tout entière chez M. le Docteur Picqué, chirurgien de l'hôpital Bichat. Bien souvent depuis, profitant d'une heure de loisir, nous sommes allé retrouver notre ancien maître, et toujours auprès de lui nous avons trouvé un accueil si particulièrement cordial, qu'aujourd'hui encore il nous semble être comme un peu l'élève de notre « patron » d'autrefois.

Que M. le Docteur Tapret, médecin de l'hôpital Lariboisière, chez qui nous avons passé notre troisième année d'externat et dont nous avons tant apprécié le précieux enseignement clinique, reçoive ici l'expression de notre profonde gratitude.

Nous n'oublierons jamais les instants passés chez lui, car l'extrême bienveillance dont il fit sans cesse preuve à notre égard, nous fut souvent d'un puissant réconfort.

Nos plus vifs remerciements à M. le Docteur Boissard pour les bons conseils qu'il nous a donnés et les connaissances d'obstétrique que nous avons puisées dans son service, alors que nous accomplissions comme externe notre stage d'accouchements à la Maternité de Tenon.

M. le Docteur Josias, médecin de l'hôpital Bretonneau a bien voulu nous accorder une place pour notre quatrième année d'externat. Grâce à lui, et sous la direction de sa haute expérience, nous avons pu étudier les maladies de l'enfance qui sont d'une si grande importance dans la pratique médicale. Nous lui en exprimons toute notre reconnaissance.

Adressons encore nos remerciements à : M. le Docteur Tollemier, chef du laboratoire central de l'hôpital Bretonneau ; MM. les Docteurs Laquerrière et Delherm qui ont bien voulu nous guider et nous aider de leurs précieux conseils.

Et à côté de nos maîtres dans les hôpitaux nous ne voulons pas non plus oublier ceux-là, qui en nous confiant momentanément leurs malades nous ont permis de nous initier aux difficultés de la clientèle.

M. le Docteur Hervé, en nous appelant à plusieurs reprises pour prendre en son absence la direction de son remarquable établissement, le Sanatorium de La Motte-Beuvron, nous a donné l'occasion de mettre en pratique les méthodes actuelles si préconisées dans le traitement de la tuberculose.

MM. les Docteurs Jaugey, de Dieppe, Giffard, d'Andrésy, Régoby, de Perthes en Gâtinais, Cayet de Doullens, Huc, d'Estissac, en nous accordant leur confiance, nous ont permis de mettre en pratique dans les milieux les plus variés les connaissances que nous avions acquises. Et nous sommes heureux de songer que les bonnes relations commencées comme confrères sont devenues par la suite de véritables liens d'amitié.

MM. les Docteurs Peyré, Desmons et Lecompte qui nous ont manifesté les mêmes sentiments de sympathique confiance, nous ont mis à même de pratiquer la clientèle parisienne ; nous les en remercions tous de grand cœur, et notre reconnaissance ira tout particulièrement au docteur Peyré, sous les auspices duquel nous sommes entré à l'Union française de la Jeunesse. C'est lui qui nous apprit à connaître et à aimer cette œuvre essentiellement humanitaire toute dévouée à l'instruction des masses ; et qui, en nous faisant attribuer depuis trois ans le cours d'hygiène et de secours publics, nous a permis de prendre notre modeste part à ce grand courant créé depuis quelques années pour lutter contre ces terribles fléaux qui déciment les populations des grands centres, en particulier l'alcoolisme et la tuberculose.

Nous avons été amené à étudier l'action des courants électriques sur la fibre lisse, à l'occasion des expériences de MM. Laquerrière et Delherm, expériences auxquelles nous avons pris part, et dont nous

donnerons le détail et l'exposé à la fin de ce travail.

Nous nous proposons, dans un premier chapitre, d'exposer sommairement la physiologie de la fibre lisse.

Dans un deuxième chapitre nous ferons l'historique de ce sujet.

L'excitation électrique de la fibre lisse en général sera étudiée à part dans un troisième chapitre.

L'étude de l'action des divers courants sur l'intestin en particulier, puis l'exposé de nos expériences seront l'objet des deux derniers chapitres de cet ouvrage.

Physiologie de la fibre lisse.

Beaunis et Bouchard

C'est surtout dans les organes de la vie organique ou végétative qu'on rencontre la fibre musculaire lisse (organes digestifs, respiratoires, urinaires, appareil de la circulation, etc.).

Anatomiquement la fibre lisse effilée à ses deux bouts se présente sous la forme d'un mince fuseau dont la longueur varie de $0^{m}006$ à $0^{m}013$. Vers la partie moyenne existe un noyau en forme de bâtonnet. La gangue qui les unit est si peu abondante qu'elles paraissent presque toujours être en contact immédiat. En général, elles sont accolées plus souvent qu'entrecroisées.

Leur réunion forme des faisceaux qui viennent s'unir à d'autres, soit parallèlement, soit sous des

angles variables, formant ainsi des faisceaux plus importants qui, entourés de tissu connectif sont pénétrés par un réseau capillaire fin, moins riche que pour le tissu strié.

L'innervation est très variable ; alors que les nerfs des fibres lisses sont très nombreux dans certains organes, ils paraissent manquer dans d'autres, au moins dans de grandes étendues comme dans l'uretère.

Abstraction faite des courants électriques dont l'action sera étudiée plus loin, nous voyons que la plupart des agents susceptibles de déterminer des modifications physiques sur la fibre striée ont une action analogue sur la fibre lisse.

Action du froid sur la fibre lisse. — Il est à noter cependant que les variations de température, soit en plus, soit en moins, ont une action plus énergique sur les fibres lisses que sur les fibres striées. Un froid même peu intense, agissant sur la peau, déterminera la contraction des muscles à fibres lisses des follicules pileux et aboutira au phénomène désigné communément dans le nom de « chair de poule ».

Action de la lumière. — La lumière qui n'a aucune action sur les fibres striées peut déterminer la contraction des fibres lisses.

Brown-Séquard et M. Muller l'ont constatée sur l'iris d'amphibies et de poissons, l'œil ayant été extirpé et débarrassé de sa rétine. Harless dans un même ordre d'idées aboutissait aux mêmes conclusions en expérimentant sur des cadavres humains :

l'un des yeux était maintenu ouvert, tandis que l'autre restait occlus. Au bout de 30 heures la pupille de l'œil ouvert était plus étroite que celle de l'œil fermé.

Enfin l'irritabilité des fibres lisses persiste plus longtemps après la mort que celle des fibres striées.

Contraction de la fibre lisse. — La contraction de la fibre lisse est, toutes choses égales d'ailleurs, beaucoup plus lente à se montrer que pour la fibre striée (0,4 à 0,8 secondes). Pour Legros et Onimus elle serait parfois précédée d'un relâchement instantané. Cette contraction est plus lente à s'établir, et une fois établie elle a une plus longue durée.

Propagation de l'excitation aux fibres voisines. — Tandis que pour les fibres striées l'excitation reste localisée à la fibre excitée, pour la fibre lisse cette excitation se propage aux fibres voisines, aussi l'intervention nerveuse n'est-elle plus nécessaire comme dans les muscles striés, et on peut voir les contractions se propager dans les muscles lisses comme l'uretère tout à fait dépourvus de plexus nerveux (W. Engelmann).

Différence des contractions des fibres lisses et striées. — Tandis que la contraction musculaire striée se compose d'une série de secousses musculaires, celle de la fibre lisse se compose d'une seule secousse d'une durée plus ou moins longue ; c'est là l'opinion de Marey qui semblerait entraîner comme conséquence l'impossibilité de faire entrer ces muscles en tétanos.

Cependant pour Legros et Onimus ce tétanos existerait ; mais il se produirait lentement et sans secousses.

Mouvements rythmiques des fibres lisses. — Souvent les mouvements des muscles lisses présentent un caractère rythmique, comme cela a lieu pour les conduits excréteurs de certaines glandes.

Quant au travail musculaire des muscles lisses il peut être considérable comme dans les contractions utérines qui se produisent hors de l'accouchement.

HISTORIQUE

Si l'on jette un coup d'œil d'ensemble sur les travaux qui furent faits en électro-physiologie, on constate que, tandis que l'étude des courants électriques appliqués aux muscles de la vie en relation, aux muscles à fibres striées faisait de rapides progrès, celle des fibres lisses restait plus ou moins dans l'ombre.

Il nous a paru intéressant de reprendre les expériences qui furent faites récemment par MM. Laquerrière et Delherm, et d'exposer ce que nous savions sur les modifications que subissait l'intestin sous l'influence de différents courants électriques.

Et tout d'abord il existe des modifications de l'intestin en dehors de toute intervention électrique, modifications qui peuvent paraître spontanées à première vue, en réalité résultant toujours d'une excitation quelconque.

Qu'on ouvre l'abdomen d'un lapin, des contractions, des mouvements vermiculaires ne tarderont pas à se produire, nous avons vu précédemment que le froid comme le chaud constituaient des excitants de la fibre lisse, il est donc rationnel d'admettre que le contact brusque de l'air, la variation de température a agi comme facteur de contraction de l'intes-

tin. On sait, par ailleurs, que l'action prolongée du froid aurait tendance à diminuer les mouvements intestinaux tandis que la chaleur les faciliterait.

Quant à l'influence des courants électriques elle ne semble pas avoir été complètement élucidée, bien que ceux-ci plus que tous les autres modes d'excitation se prêtent à des mensurations rigoureuses, à des applications précises, qui en font par excellence des procédés de laboratoire.

Les notions que donnent sur ce point les traités de physiologie et d'électrophysiologie sont assez vagues.

Les auteurs reconnaissent que l'électricité a une certaine action sur les contractions intestinales, mais cette action elle-même est fort peu précise.

Schilbach et Harwath ont conclu d'après leurs expériences, que les courants déterminaient des rétrécissements au point d'application ; qu'ils provoquaient des mouvements vermiculaires à une intensité faible, qu'ils les empêchaient à une intensité plus élevée, et qu'enfin la partie supérieure de l'intestin et surtout le duodénum répondait mieux aux excitations que le jéjunum et surtout la dernière portion de l'iléon.

C'est là l'opinion qui a prévalu et qu'on retrouve dans tous les traités classiques, exprimée d'une façon plus ou moins précise par les électrothérapeutes comme Becquerel, Erb, etc. Si nous nous reportons au récent traité de Larat nous trouvons exprimée la même opinion :

« En ce qui concerne l'électrophysiologie des muscles moteurs, dit cet auteur, les recherches sont nombreuses, précises ; il n'en est plus de même en ce qui concerne les effets des courants sur les fibres lisses.

Biedermann, dans son électrophysiologie publiée à Iéna en 1895, n'a rien ajouté aux notions précédemment acquises.

Quelques auteurs semblent avoir serré la question de plus près. Onimus et Legras bien que préoccupés surtout par la question de la tension de l'anse intestinale comprise entre les deux pôles apportent des notions plus précises sur les phénomènes polaires et interpolaires.

Si nous nous reportons au chapitre VI du *Traité d'électricité médicale* d'Onimus et Legros, nous voyons que ces auteurs pour étudier l'action des courants électriques sur les fibres lisses ont surtout expérimenté sur l'intestin.

Schilbach expérimente sur les lapins, il plonge une anse intestinale dans une solution tiède d'eau salée, et il conclut de ses expériences que :

Le pôle positif a une action plus énergique que le pôle négatif.

La direction du courant n'a aucune influence sur les résultats.

Bardet, dit que le courant galvanique, et surtout le courant galvanique interrompu fréquemment, provoque des contractions intestinales et que le maximum de ces contractions a lieu au pôle négatif.

« Quant au courant faradique, dit-il avec Boudet « de Paris, à cause de la rapidité des interruptions, « il ne peut avoir d'action sur les muscles lisses, « dont les contractions sont lentes et rythmiques. « Les courants induits, à moins d'être employés en « interruptions très lentes (une par seconde environ), « ne provoquent pas les mouvements péristaltiques « de l'intestin, mais bien au contraire leur contrac- « ture ; ils ont de plus le désavantage de provoquer « des douleurs atroces. »

D'ailleurs l'opinion classique exprimée par les traités d'électro-physiologie, est que le courant faradique à interruptions rapides, excite la musculature intestinale comme l'avait démontré Nysten et provoque des contractions au niveau des pôles et dans leur voisinage. Certains auteurs se sont pourtant depuis quelque temps rendu un compte plus minutieux des effets produits.

C'est ainsi que Becquerel avait noté que des mouvements péristaltiques d'une grande énergie pouvaient être provoqués, que les intestins s'élevant et s'abaissant faisaient cheminer leur contenu.

Erb conclut des actions comparitives des courants galviniques, faradiques, que ces derniers sont plus actifs sur l'intestin, tant qu'il ne s'agit que de produire que des contractions musculaires et des mouvements péristaltiques.

Il y a loin des conclusions de ces auteurs à celles de Boudet de Paris rapportées par Bardet.

Onimus et Legros concluent de leurs expériences

que les courants faradiques provoquent la contraction et le resserrement annulaire au niveau des électrodes ; avec des courants faibles ils stimulent les contractions, avec des courants très forts ils obtenaient une stricture de l'anse entière.

D'autre part des courants assez intenses abolissaient le péristaltisme et il y avait, si les deux électrodes étaient assez éloignées diminution de tension, c'est-à-dire relâchement du segment interpolaire.

Laquerrière père fit porter ses expériences sur des chevaux, des chiens, des lapins, des rats et même sur un poulet. Il constata que l'intestin grêle réagissait énergiquement sous l'influence du courant induit ; qu'il y avait rétrécissement aux points d'application avec une prédominance au pôle négatif ; qu'une anse excitée se raccourcissait et se rétrécissait entre deux électrodes peu éloignées, que si les deux pôles étaient placés loin l'un de l'autre, la masse intestinale présentait une activité bien plus grande qu'avant le passage du courant, enfin que les mouvements provoqués par l'électrisation continuaient après l'ouverture du circuit.

Il avait enfin fait diverses recherches démontrant que la faradisation activait considérablement la marche des matières intestinales.

En ce qui concerne l'intestin, Laquerrière père et Delherm virent qu'il y avait une contraction seulement au niveau des électrodes avec des courants faibles, des mouvements intra et extrapolaires

avec des courants forts ; ils notèrent que les courants de tension semblaient agir plus efficacement que les courants de quantité.

Enfin, Luderitz a vu des strictures au niveau des électrodes, strictures portant sur les fibres circulaires et s'étendant de bas en haut si le courant est intense. Il a constaté de plus des contractions des fibres longitudinales s'étendant au-dessus et au-dessous des électrodes.

On voit d'après cet exposé des recherches des différents auteurs, que les résultats sont contradictoires au moins sur quelques points : Ces expériences furent reprises et mises au point dans une série d'études de Laquerrière et Delherm dont les premières remontent à 1901. Nous nous proposons dans ce travail de donner une vue d'ensemble de ces études faites successivement avec les différents courants ; en outre, sauf pour les recherches d'Onimus et Legros, les auteurs donnent peu de renseignements sur la technique employée ; le contrôle de leurs expériences en devient d'autant plus difficile, et on peut supposer que si leurs opinions sont différentes et parfois nettementcontradictoires, c'est que les conditions opératoires étaient peut-être différentes.

Nous aurons donc soin, avant d'aborder l'étude que nous nous proposons de faire ici, de donner avec précision le détail des expériences.

Excitation de la fibre lisse en général.

Rockwele a cherché à déterminer l'action des courants sur les fibres lisses des différents viscères.

Intestin. — Si l'on applique de fines électrodes sur divers points de l'intestin et qu'on fasse passer un courant galvanique interrompu ou un courant faradique tétanisant, on constate que la contraction s'opère sous l'électrode et dans son voisinage.

En augmentant la durée et l'intensité du courant, le mouvement gagne de proche en proche et il se produit des mouvements péristaltiques, la contraction reste toutefois toujours plus marquée au niveau des points d'excitation des électrodes. Cette contraction sous l'action d'un courant intense peut être assez prononcée pour effacer presque complètement la lumière de l'intestin, aussitôt que le courant cesse, cette contraction disparaît.

Ces phénomènes ont aussi bien lieu dans l'intestin grêle que dans le gros intestin et le rectum, l'excitabilité du duodénum est toutefois plus accusée que celle du côlon ou du rectum. Dès lors l'explication de l'action du courant sur la constipation nous est donnée.

Les muscles lisses réagissent autrement que les muscles striés à l'excitation électrique.

Ces derniers montrent une contraction brusque énergique qui prend fin en même temps que le courant excitateur ; les premiers au contraire ne réagis-

sent pas directement à l'excitation ; si cette excitation est instantanée comme dans le cas de choc galvanique, ce n'est qu'après que le courant a cessé qu'on voit apparaître la contraction, qui, loin d'avoir la brusquerie, la rapidité du muscle strié, affecte une lenteur particulière. La ligne d'ascension et la ligne de descente sont très inclinées. Les muscles lisses réagissent donc d'autant mieux à l'excitation que celle-ci est moins brève, et on obtient le maximum de contraction en utilisant le courant continu régulièrement interrompu, ou le courant alternatif sinusoïdal à ondes très étalées. Le courant faradique rapide tétanisant, provoque ainsi la contraction des fibres lisses, mais semble les fatiguer bien plus rapidement que les deux autres ordres de courant.

Estomac. — L'excitation galvanique ou faradique de l'estomac entraîne la contraction des deux ordres de fibres transversales et longitudinales de l'organe. C'est une expérience facile à répéter sur l'estomac d'un lapin récemment sacrifié, on voit très nettement des contractions assez énergiques se produire à la condition toutefois que le courant ait une intensité suffisante. Pour obtenir des contractions franches de l'estomac d'un animal récemment tué, il faut un courant de 10 milliampères environ. Ce n'est donc qu'avec des courants très intenses qu'on peut espérer arriver à travers la peau à des résultats analogues.

Rate. — En soumettant la rate d'un animal, d'un chien par exemple, vivant ou récemment sacrifié, à

l'action des courants, on constate une contraction en masse de l'organe.

La décoloration dure un certain temps après l'électrisation et ne cesse pas en même temps qu'elle.

Vessie. — L'électrisation de la vessie fait contracter les muscles de la paroi, et provoque l'expulsion d'une certaine quantité d'urine si cet organe est rempli, celle de l'utérus détermine également des contractions musculaires.

La vésicule biliaire se contracte énergiquement sous l'influence des courants, et la bile qu'elle pouvait contenir est expulsée dans l'intestin.

Œsophage. — Chez les rongeurs les muscles œsophagiens sont à fibres striées ; l'œsophage des oiseaux ne possède au contraire que des fibres lisses : l'œsophage humain comporte les deux ordres de fibres. La contraction est généralisée à tout l'organe et se propage jusqu'à l'estomac quelque soit le point d'application des électrodes.

Vaisseaux sanguins. — Les vaisseaux sanguins de gros calibre sont peu sensibles à l'action des courants ; les vaisseaux capillaires au contraire très riches en fibres musculaires traduisent énergiquement l'excitation par un resserrement de leur calibre. Cette constriction comme celle des muscles de l'intestin est lente à se produire, lente à s'effacer ; à la période de vaso-constriction succède, d'après Beard et Rockwell, une période de vaso-dilatation d'autant plus évidente et d'autant plus durable que la vaso-constriction a été plus énergique et plus

lente. D'où l'indication pour obtenir en fin de compte une vaso-dilatation dans un but thérapeutique, d'utiliser des courants à potentiel élevé et pendant quelques minutes seulement ; pour aboutir à une vaso-constriction durable, des courants doux et prolongés sont indiqués.

Suivant Rockwell il n'y a pas de différence notable entre l'action du positif et celle du négatif ; selon Legros et Onimus au contraire, l'action différentielle du sens du courant serait des plus nettes. Le courant ascendant produisant la constriction, le courant descendant une dilatation.

Conditions générales des expériences.

Les expériences furent faites sur des cobayes et des lapins.

Le cœcum est très développé chez ces animaux, et occupe la plus grande partie de l'abdomen, aussi pour éviter de tomber sur cette portion du gros intestin, la laparatomie est pratiquée latéralement à un travers de doigt à gauche de la ligne médiane, les animaux ayant au préalable été soumis à l'éthérisation.

Après ouverture de la cavité abdominale, on attire au dehors environ 10 centimètres d'intestin grêle. Cette anse intestinale est placée sur une lame à préparation histologique, qu'on a eu soin de chauffer et qui n'a d'autre but que de jouer le rôle de corps

isolant, et d'empêcher la diffusion du courant dans la paroi abdominale sous-jacente.

On applique alors les électrodes, l'expérience dure à chaque fois quelques minutes ; immédiatement après l'intestin est replacé dans l'abdomen, une pince à forcipressure maintient la tension des lèvres de la plaie abdominale, puis la paroi est recouverte d'une compresse imprégnée d'eau très chaude.

Ce dispositif a été employé pour agir sur un intestin aussi voisin que possible de son état physiologique.

La technique que nous avons indiquée restant la même, des causes nombreuses peuvent modifier les résultats. En effet l'animal peut être anesthésié ou non au moment du passage du courant. Il peut être à jeun ou en pleine digestion, les électrodes peuvent être placées sur des anses intestinales fraîchement sorties de l'abdomen, ou sur des anses sorties depuis un certain temps et maintenues jusqu'au moment de l'expérience dans des compresses humides et chaudes, enfin sur des intestins laissés à l'air libre ; aussi est-ce en répétant la même expérience, en en modifiant les conditions jusqu'à ce que soit supprimée toute influence pouvant dénaturer les phénomènes observés, ou jusqu'à ce que les causes d'erreurs ayant pu se produire en plus ou en moins, il soit possible de dégager le phénomène dans toute sa pureté. C'est ainsi que l'expérience a pu porter sur un intestin pris en totalité, sur des animaux en

pleine vitalité, sur des animaux morts, et sur des animaux qui, maintenus en vie grâce à la suture de la paroi et à des injections de sérum, présentaient un intestin déjà fortement traumatisé, et un état général défectueux.

Les électrodes employées étaient: soit des fils de platine, soit des morceaux de peau de chamois disposés en bandelettes ou en petits cylindres, des tampons de coton hydrophile imbibés d'eau, ou de minces lanières de toile mouillée.

La surface active de ces électrodes variait entre des dimensions presque ponctiformes (extrémité d'un fil de platine) jusqu'à une dizaine de millimètres carrés.

La disposition même de ces électrodes par rapport à l'intestin peut être déjà une cause d'erreur.

Si ces électrodes sont tenues à la main, il peut se faire qu'en les posant sur l'intestin on crée des dépressions mécaniques, qui peuvent en imposer pour des contractions. Si, au contraire, on dispose l'intestin de telle façon que les deux extrémités de l'anse observée reposent sur des électrodes non maintenues, de nouvelles difficultés se présentent : la contraction attendue peut ne pas apparaître, soit parce que l'intestin est gêné dans ses mouvements par son adhérence à l'électrode, soit parce que la contraction se produit seulement au point de contact de l'électrode, dans une région inaccessible à la vue. On peut également constater des phénomènes innattendus, comme lorsque les électrodes ont un

certain volume, l'intestin forme alors une sorte de pont qui va de l'une à l'autre et subit des déplacements mécaniques dus aux déformations de ses points d'appui.

La question de l'intensité du courant à employer avait aussi son importance et dans une certaine mesure pouvait être source d'erreurs, à cause des réactions chimiques locales trop intenses au niveau des petites surfaces d'application des électrodes. Petites surfaces auxquelles il était nécessaire de recourir dans le but de localiser le plus possible les phénomènes, aussi pour éviter ou restreindre ces réactions chimiques, a-t-il fallu se maintenir dans des intensités relativement faibles. Enfin les précautions les plus minutieuses étant prises pour assurer l'identité de plusieurs expériences, les réponses ne se produisant pas avec une constance régulièrement mathématique, ce qui empêche dans chaque cas de donner un chiffre précis. Nous désignerons donc sous le nom de :

Petites intensités, celles qui varient de 1 milliampère aux environs de 5 milliampères ;

Intensités moyennes, celles qui varient de 1 milliampère aux environs de 5 milliampères ;

Intensités élevées, celles qui dépassent 12 milliampères.

Le plus souvent les applications sur une même partie de l'intestin ont varié entre 5 secondes et une à deux minutes.

En ce qui concerne les courants faradiques, la

source d'électricité consistait en deux grands charriots de Tripier, construits par Gaiffe, actionnés avec des courants continus présentant en général de 4 à 6 volts. Les bobines induites avaient suivant la grosseur du fil une résistance de 0,93; 1; 12,20; 14; 18; 19,25.

D'autres expériences furent faites avec des appareils à charriots de plus petit modèle, fabriqués également par Gaiffe.

A l'inverse des courants continus, il n'y a pas, lorsqu'on emploie les courants induits de décomposition électrolytique, aussi a-t-on pu agir avec des intensités maxima, même pour des contacts de longue durée.

Les expériences ont été pratiquées avec des appareils à trembleur rapide.

Enfin une autre série d'expériences furent faites avec le courant dit de Watteville ou courant galvano-faradique.

Les conditions expérimentales restant toujours les mêmes, le trembleur rapide des appareils faradiques fut seul employé, d'une part parce que c'est avec ce trembleur qu'on obtient la galvano-faradisation utilisée en thérapeutique, d'autre part pour que ces expériences puissent être rapprochées de celles qui avaient été faites avec le courant induit seul.

Ce sont les résultats obtenus en s'entourant de toutes les précautions énumérées plus haut que nous allons donner; et pour éviter les redites nous étudierons :

I. L'action des divers courants au niveau des électrodes ;

II. La réaction des divers courants en dehors des points où portent les électrodes ;

III. Les excitations électriques à travers la paroi.

I. — Action des divers courants au niveau des électrodes.

1. Courant continu

Différence et action respective à chaque pôle.

Pôle positif. — Quand un courant continu exerce son action sur un muscle à fibres striées, le pôle négatif provoque une contraction plus énergique. C'est l'inverse qui s'observe quand on fait agir ces mêmes courants sur un muscle à fibres lisses et en particulier sur l'intestin : le pôle positif provoque une contraction beaucoup plus marquée que le pôle négatif. Des courants d'une intensité très faible suffisent pour obtenir cette contraction qui se produit sous une intensité de 1 milliampère et même moins.

Tandis que pour la fibre striée on obtenait une contraction instantanée, véritable secousse du muscle, pour la fibre lisse, cette contraction bien que prompte, commence à s'établir entre des fractions de seconde et quelques secondes après le début du courant. Elle est rapide et atteint son maximum en très peu de secondes.

La contraction est plus ou moins complète, suivant l'intensité du courant mis en œuvre, mais pour une même intensité, elle a bientôt atteint son maximum, et n'augmente plus, quelle que soit la durée du passage du courant.

Si on expérimente avec un courant d'intensité suffisante, on voit que cette contraction est identique dans son ampleur comme dans sa forme, quel que soit le point de la circonférence intestinale soumis à l'excitation. Elle est intense et arrive très fréquemment à rendre le viscère presque filiforme ; et quelle que soit son ampleur, elle porte également sur toute la circonférence intestinale au niveau du point excité A côté de cette contraction, type on observe fréquemment dans des portions très voisines du point excité positivement de petits mouvements vermiculaires. On serait tenté de croire que ces mouvements sont dus à l'action du courant, mais il paraît plus plausible d'admettre que ces mouvements secondaires sont dus au déplacement des matières alimentaires, celles-ci se trouvant repoussées par la stricture, viennent, en effet, exciter de nouvelles portions de l'intestin.

La stricture positive paraît se maintenir pendant tout le temps que passe le courant, et elle a ceci de différent avec la contraction négative, qu'elle disparaît souvent et presque immédiatement après la cessation du courant. Pourtant si l'on emploie des courants très forts, de 20 milliampères par exemple, surtout si l'on expérimente sur un intestin refroidi,

elle devient bien plus persistante et peut l'être autant que celle du pôle négatif.

Pôle négatif.— Les phénomènes observés au point d'application du pôle négatif sont très différents de ceux que nous avons constatés au pôle positif.

Tout d'abord et dans des conditions expérimentales identiques on constate que la contraction s'obtient plus difficilement, qu'elle est plus tardive plus lente que celle du positif.

Précisons par un exemple.

Voici une portion d'intestin qui se contracte presque instantanément au niveau du pôle positif et sous l'influence d'un de ces courants que nous avons rangés parmi ceux de faible intensité dans notre nomenclature, 2 milliampères dans l'espèce.

Pour obtenir au pôle négatif une contraction pourtant moins intense il faudra attendre quarante-cinq secondes et cela sous l'influence d'un courant d'une intensité moyenne, 6 milliampères dans le cas particulier.

Tandis qu'au positif on obtenait une véritable stricture circonférencielle, au négatif la contraction est limitée à un segment de circonférence de l'organe ; avec des courants qui correspondent à ce que nous avons appelé les intensités moyennes, la contraction forme une simple dépression comme si la paroi s'était rétractée au-devant de l'électrode. Des intensités plus élevées déterminent parfois une tendance à la stricture circonférencielle, mais on cons-

tate toujours une dépression plus accentuée dans le segment qui est en contact avec l'électrode.

Il arrive parfois que cette contraction localisée induise en erreur : si l'électrode porte sur un intestin demi plein et étalé la dépression produite pourra refouler les matières en d'autres points de la circonférence, et en imposer à ce niveau pour une dilatation.

Pour le pôle négatif l'excitation produit des effets variables quant à leur intensité, suivant les points où porte cette excitation. C'est ainsi qu'une excitation négative portée sur le bord mésentérique produira des effets minimes. La contraction sera plus intense si l'électrode est placée sur le bord libre; enfin sur les faces supérieure et inférieure la contractilité va en augmentant au fur et à mesure qu'on se rapproche du bord libre.

Un exemple précisera la nature de ces variations :

L'intestin mis en expérience se contracte immédiatement au positif avec un courant d'une intensité un peu inférieure à 1 milliampère. Un courant de 5 milliampères prolongé pendant une minute ne détermine sur cet intestin aucune contraction au pôle négatif, quand ce pôle négatif porte sur le bord mésentérique ; avec un courant de même intensité exerçant son action pendant le même laps de temps, on obtient rarement une très lègère contraction quand l'électrode négative porte sur le milieu de l'intestin.

Enfin toujours pendant le même laps de temps on

obtient une stricture nette avec des intensités beaucoup plus faibles, lorsque l'électricité est placée sur le bord libre de l'intestin.

Enfin la contraction que détermine le pôle négatif paraît durer plus longtemps que celle déterminée par le positif, elle peut augmenter, quelques fractions de secondes après la cessation du courant, elle peut même, si l'intensité n'a pas été très élevée n'apparaître qu'à ce moment. Il se produit dans ces cas une véritable contraction tardive, qui peut même aller en augmentant durant quelque temps et peut parfois être aussi intense que l'état de stricture positive durant passage du courant.

Cette contraction du négatif lorsque les conditions physiologiques aux deux pôles sont à peu près identiques, se maintient bien plus longtemps que la stricture du positif; c'est ainsi qu'il arrivait souvent dans certaines expériences, la contraction du positif ayant cessé immédiatement après l'interruption du courant, que la contraction du négatif persistât encore plus ou moins atténuée quatre minutes après.

Sur des intestins en plein travail digestif il arrivait que le cours des matières franchisse avec plus ou moins de difficulté la stricture du positif, distendue momentanément, même pendant le passage du courant, et vienne s'arrêter manifestement au niveau du pôle négatif.

Courant faradique

Similitude aux deux électrodes.

Quand on fait agir des courants faradiques la réaction qui se manifeste aux points d'application se caractérise par l'absence de toute secousse brusque. Le début de la contraction apparaît un temps plus ou moins long après que l'excitation a été produite, ceci pour des courants de faible ou moyenne intensité ; mais si l'on fait agir des courants très intenses, cette contraction semble commencer presque instantanément. Suivant qu'on emploie des doses électriques plus ou moins élevées, elle s'accroît d'une façon plus ou moins rapide, mais ce n'est toujours que d'une façon progressive qu'elle atteint son maximum.

Puis ce maximum étant atteint, elle semble s'y maintenir preque intacte pendant tout le passage du courant. Pendant que le courant exerce son action, on remarque assez souvent que la contraction produite disparaisse d'une façon très momentanée. On peut se demander, et la question paraît difficile à élucider, s'il y a relâchement vrai, la fibre cessant d'être contractée ou bien si sous l'influence des matières intestinales qui sont fréquemment animées de mouvements, il n'y a pas au point d'observation simple distension mécanique, laquelle empêcherait ou masquerait la contraction.

Quoiqu'il en soit, on ne note pas pendant le passage du courant des alternatives rythmées de resserrement et de relâchement, comme certains auteurs l'ont signalé ne faisant agir les courants faradiques sur d'autres organes.

Parfois aussi on peut constater que la contraction s'accroît après la cessation du courant ou même qu'elle n'apparaît qu'après cette cessation.

Mais ces phénomènes ne s'observent que si l'excitation est de très minime intensité, ou si l'intensité du courant ayant été très élevée, son action ne s'est exercée qu'un temps très court.

C'est ainsi qu'en employant le courant de très faible intensité que donnait une bobine à fil fin éloignée à 20 centimètres, et en prolongeant l'action pendant 15 secondes on a pu noter quatre fois la contraction tardive, 10 fois l'absence de contractions et dans les autres cas des contractions débutant durant le passage du courant.

Pôle positif. Pôle négatif. — Tandis que l'action des courants continus déterminait des effets très variables suivant qu'on observait les phénomènes à l'un ou l'autre pôle ; l'action des courants faradiques (si l'on prend un intestin dont les conditions physiologiques soient les mêmes aux deux points excités) détermine des effets semblables au négatif et au positif. Il y a *similitude aux deux électrodes.*

Pour arriver à établir cette notion, il a fallu répéter un grand nombre de fois les expériences ; car il semble de prime abord, que le sens du courant

par rapport à l'intestin, ou encore la polarité, pouvait avoir une certaine influence, mais les résultats obtenus étaient contradictoires. Parfois c'était le le pôle positif, parfois le pôle négatif, tantôt le pôle supérieur, tantôt le pôle inférieur, qui présentaient le maximum d'action.

Le dispositif suivant a permis de se rendre compte du rôle qui pouvait jouer la polarité. On sort de l'abdomen une anse intestinale qu'on étale en cercle : l'anse forme ainsi un cercle presque complet dont les deux extrémités se rejoignent au niveau de l'incision abdominale. C'est à ce niveau que partait l'une des électrodes disposée en forme de pince, de telle sorte qu'elle puisse embrasser les deux portions.

L'autre électrode est placée en face, au point diamétralement opposé à la première, de telle sorte que quelque soit le sens dans lequel on chemine pour aller d'une électrode à l'autre, qu'on remonte ou qu'on descende l'intestin, on parcourt toujours la même distance. De la sorte le courant ascendant était égal au courant descendant.

L'électrode libre était reliée tantôt à un pôle tantôt à l'autre, mais quelle que fût la polarité employée, la contraction semblait toujours pour une même intensité et un même état de l'intestin, avoir la même forme et les mêmes caractères.

Afin que toute cause d'erreur ou toute suggestion soit évitée, l'un des expérimentateurs fait les excitations et surveille l'intestin, ignorant quel est le pôle

employé, se contentant de prévenir du moment où la contraction de la fibre intestinale commence à s'ébaucher, l'autre expérimentateur se contente de faire varier les pôles, et de chronométrer le temps qui s'écoule entre le moment où le circuit est fermé et celui où, commence à se produire la contraction. C'est ainsi qu'avec la bobine à fil fin, enfoncée à diverses profondeurs 54 excitations donnent une moyenne de 4", 5 pour le pôle positif, et de 5", 1 pour le pôle négatif.

Le même jour une série d'excitations est produite avec une bobine à fil gros enfoncée à 10 centimètres, si nous prenons la moyenne de 29 excitations, nous constatons, que avec le pôle positif la contraction apparaît au bruit de 4"7 et avec le pôle négatif au bout de 4"8.

Ces différences entre le temps d'intervalle, observées à l'occasion de chaque pôle sont très minimes dans une même série d'expériences. Mais si l'on fait des séries successives d'expériences, on constaste que tantôt cette différence se produit en faveur de tel pôle, tantôt en faveur de l'autre pôle, amenant comme conclusion qu'il n'y a aucune action particulière à attribuer à chacun deux.

L'influence du sens du courant a été constatée de la façon suivante. Une des électrodes était déplacée, et posée à égale distance, tantôt en amont, tantôt en aval de l'électrode active, ou bien les deux électrodes également distantes, étaient promenées le long de l'intestin, de telle sorte que chacune d'elles

devenait successivement supérieure par rapport à l'autre ; ou bien encore les électrodes étaient laissées en place et le courant renversé avec un renverseur placé dans le circuit.

Pour ce dernier dispositif il était nécessaire, en l'absence des appareils de mesure, et afin d'être sûr des résultats obtenus, de faire les inversions successivement en changeant celui de l'inducteur comme aussi celui de l'induit par la mutation des fils sur les électrodes. En effet, si on n'a pas recours à ces moyens de contrôle, si on utilise le seul procédé de l'inversion, les différences des résultats peuvent tenir simplement à des modifications d'ordre électro-physiques.

Dans telle expérience, il était à noter par exemple que la contraction débutait toujours aux environs de 7 secondes pour un pôle, et aux environs de 4 secondes pour l'autre ; le contrôle précédemment expliqué démontra que cette différence tenait simplement au renverseur placé sur le courant induit.

De même si on examine ce qui se passe au pôle supérieur et au pôle inférieur et qu'on expérimente sur des anses présentant à peu près les mêmes conditions physiologiques apparentes, on ne constate aucune différence ni dans la forme ni dans l'intensité de la contraction, ni dans le temps nécessaire pour la produire.

Quand les expériences étaient faites avec le courant voltaïque, on constatait au niveau du pôle négatif des différences de contraction très nettes, suivant qu'on

excitait tel ou tel point de la circonférence à l'intestin. Quand on fait agir un courant galvanique, on ne constate aucune différence ni dans la forme, ni dans l'intensité, quelque soit le point de la circonférence intestinale qu'on excite.

Pas de différence non plus quant au temps que met la contraction à se produire. Peut-être y aurait-il une excitabilité imperceptiblement plus grande pour le bord libre de l'intestin.

Il arrivait, en effet, assez fréquemment que la contraction apparaissait quelques fractions de secondes plus tôt qu'au bord mésentérique.

Dans une des séries d'expériences qui furent faites dans ce but : avec la bobine à fil fin à 12 centimètres pour 17 excitations avec l'un des pôles, la contraction apparaît en des temps dont la moyenne est de 7"6 au bout mésentérique, et de 7" 1 au bord libre. Avec l'autre pôle et en une autre partie de l'intestin la contraction apparaissait au bout de 4" au bord mésentérique et de 3" au bord libre.

Avec le même animal, et pour la même intensité, on note ensuite pour 9 excitations 3" 4 au bord mésentérique et 3" 2 au bord libre.

La bobine étant à 15 centimètres, 19 excitations donnent une moyenne de 5" 8 au bord mésentérique et de 5"2 au bord libre.

Forme de la contraction au niveau des électrodes. — Ces formes de la réaction aux points où porte l'application du courant, peuvent présenter des variations qui semblent tenir à l'état de l'intestin.

Si l'on a soin de se placer dans des conditions moyennes, c'est-à-dire qu'on agisse sur un intestin moyennement plein, présentant une activité pas trop élevée, on observe une stricture portant sur la totalité de l'organe et qui ressemble beaucoup à la stricture obtenue avec le pôle positif du courant voltaïque ; mais presque toujours cette stricture est accompagnée de quelques plissements en dessus et en dessous d'elle, qui semblent par leur forme tenir à une excitation des fibres longitudinales.

Il arrive parfois, soit que le courant soit plus intense, soit que l'intestin présente une activité plus grande, qu'il se produise peu d'instants après l'apparition de la stricture polaire, une nouvelle stricture siégeant à quelques millimètres, et toujours, dans tous les cas où la position de l'intestin a pu être vérifiée, placée au-dessus de la première.

Dans certains cas ces deux strictures peuvent s'étendre l'une vers l'autre, pour le rejoindre et former un étranglement annulaire de l'intestin qui peut avoir une étendue très appréciable (un demi-centimètre et même plus chez le lapin) ou bien la stricture de l'électricité s'étend de bas en haut et aboutit également à un étranglement assez étendu.

Parfois enfin sur des intestins très peu remplis, mais présentant une grande activité avant le passage du courant, il y a invagination, et toujours la portion supérieure rétrécie entre au niveau de l'électrode dans la portion inférieure ; c'est chez le lapin que ce phénomène a été observé le plus nettement, après la

cessation du courant on a pu constater que cette invagination atteignait parfois deux centimètres et même plus.

On peut constater, il est vrai, mais très rarement que chez cet animal un certain degré d'intususception peut se produire normalement en dehors de toute influence électrique. Mais quand elle est spontanée elle n'a jamais qu'une importance minime et l'invagination se limite à un ou quelques millimètres.

3° Courant de watteville ou courant galvano-faradique

Il n'existe pas d'unité de mesure et de termes de comparaison entre le courant continu et le courant induit, aussi était-il rationnel de procéder de la façon suivante : on cherchait séparément avec chacun des deux courants à obtenir des réactions motrices appréciables, mais pas trop intenses ; puis les deux appareils étaient joints gardant chacun l'intensité respectivement déterminée. Dans le cas particulier l'anse intestinale étant placée sur une lame de verre suivant le dispositif décrit précédemment, les deux électrodes étaient représentées par des petits tampons de coton humide. On obtenait alors des réactions motrices intenses et faciles à constater.

Les mouvements au niveau des électrodes sont différents suivant le pôle considéré. Au pôle positif, la contraction est plus marquée qu'au pôle négatif, elle est facile à obtenir, prompte, car elle commence

à se manifester presque dès la fermeture du circuit, rapide car elle atteint très vite son maximum. Elle est généralisée à toute la circonférence de l'organe, et égale, quel que soit le point de cette circonférence où l'électrode ait été placée. Au pôle négatif la contraction se produit plus difficilement ; plus tardive dans son apparition, elle est plus lente dans son accroissement. Elle est limitée plus ou moins au segment de la circonférence ou a été portée l'excitation, et affecte non pas la forme d'une stricture annulaire, mais celle d'une dépression intéressant seulement ce segment.

Enfin elle peut n'apparaître, surtout si le passage du courant a été très court, qu'après l'ouverture du circuit et elle se maintient plus longtemps que la réaction du positif.

Si l'on rapproche ces résultats de ceux que donnait la faradisation simple de l'intestin, on voit que tandis que pour cette dernière on obtient aux deux pôles des contractions semblables caractérisées par une stricture ou une ébauche de stricture annulaire, pour le courant de Watteville, les résultats obtenus sont sensiblement les mêmes que ceux que donne la voltaïsation simple ; ce qui tend à prouver que les effets polaires, lorsqu'on emploie le de Watteville à dose moyenne sont ceux du courant continu. Une différence cependant est à noter : le courant galvano-faradique détermine autour des électrodes de légers mouvements, de petits plissements, semblant dus à l'excitation des fibres longitudinales, mouve-

ments très légers d'ailleurs, mais qu'on ne constate pas si on emploie la voltaïsation sans adjonction de courant induit.

Réaction des divers courants en dehors des points où portent les électrodes.

Nous avons étudié jusqu'ici les manifestations des courants au niveau des électrodes ; presque toujours pendant les expériences on constatait des mouvements des portions de l'intestin grêle situé en dehors des pôles, mais il ne semblait pas que ces mouvements fussent influencés par le passage ou l'arrêt du courant.

On peut dire qu'il n'y a pas, à proprement parler, de véritable portion extra-polaire de l'intestin ; la portion qu'on place sur une lame de verre, et qui se trouve comprise entre les deux électrodes, est réellement intra-polaire, mais les extrémités de l'intestin qui se rendent dans l'abdomen forment avec les bords de l'incision, ou avec la masse intestinale, un circuit que traverse le courant. Pratiquement on peut dire qu'il y a une portion extra-polaire lorsque les deux électrodes sont très rapprochées l'une de l'autre et que les portions intestinales situées en amont et en aval présentent une certaine étendue, considérable par rapport à celle du courant qui traverse l'anse en observation.

Courant continu. — Parfois dans le voisinage très immédiat des électrodes, on peut noter une très

légère excitation, mais il est difficile de dire si cette excitation tient aux matières alimentaires repoussées par la contraction polaire, ou à des modifications mécaniques ; telle une variation d'équilibre déterminée par la stricture intestinale ; ou à une véritable action électrique.

Portion de l'intestin interpolaire. — Les variations, les modifications qui se produisent dans cette portion de l'intestin, quand on fait passer le courant, paraissent bien douteuses quant à leur cause, parfois elles se produisaient ; parfois on ne notait rien.

Nous donnerons ici l'opinion, qui résulte des constatations faites au cours d'expériences répétées un grand nombre de fois.

a) *Absence d'excitations interpolaires véritables.* — Dans nos expériences, l'anse intestinale était disposée isolée sur une plaque de verre. Dans de telles conditions, si l'anse est placée d'une façon rectiligne, on n'observe pas de véritables mouvements interpolaires ; cependant au voisinage du pôle positif et peut-être aussi quelquefois au voisinage du pôle négatif, on constate sur une étendue variable des mouvements vermiculaires.

Ces mouvements vermiculaires sont-ils bien des phénomènes de réaction électrique ? Il semble plus plausible d'admettre que la cause déterminante soit due uniquement à l'excitation de l'intestin par les matières alimentaires, que la stricture produite par le pôle déplace dans la cavité.

Ces mouvements peuvent ainsi s'observer dans la région extra-polaire. Onimus et Legros donnent une explication de ces phénomènes ; et si nous nous reportons à leurs conclusions, nous voyons que pour ces auteurs :

« Chaque fois que l'électricité marchait suivant la direction naturelle des mouvements péristaltiques il y avait un abaissement de tension, et par conséquent une dilatation de l'intestin ; et que si le courant était dirigé dans le sens contraire il y avait une augmentation de la tension ; ou que pour des intensités faibles le courant dirigé dans le sens des mouvements de l'intestin les augmente, tandis qu'il les diminue s'il est dirigé en sens contraire.

Dans le premier cas la stricture du positif avait pour résultat de faire cheminer les matières. Cette même stricture était au contraire un obstacle à leur progression dans le second cas.

Onimus et Legros, signalaient que sous l'influence d'intensités élevées, les mouvements de la portion interpolaire cessaient. Il arrive fréquemment, en effet, qu'on voie ces mouvements cesser pendant le passage du courant, mais il faut aussi remarquer que les mouvements d'une même anse sont intermittents, et que des périodes de repos s'établissent d'elles-mêmes, surtout au fur et à mesure que l'intestin se refroidit. Nous résumerons notre opinion en disant que au niveau des pôles, quand on agit sur un intestin dans une période assez active de la digestion et qu'on emploie des intensités élevées, il existe des étrangle-

ments qui peuvent arrêter non les mouvements, mais le cheminement des matières.

Mais si l'on considère ces mouvements eux-mêmes indépendamment du contenu intestinal, on constate que : les mouvements spontanés ne sont pas influencés par l'établissement, le passage ou la cessation du courant ; si ces mouvements sont produits artificiellement comme par la succession rapide de froid ou de chaud, on les voit durer le même temps, qu'on ferme ou non le circuit.

De même l'excitabilité d'une anse ne paraît nullement modifiée pour une même cause extérieure, avant, pendant et après le passage du courant continu ; c'est ainsi que sous l'action faradique, les excitations mécaniques ou thermiques n'étaient pas influencées par l'établissement ou la rupture du circuit.

Production fréquente entre les deux électrodes des mouvements dus à des actions polaires secondaires.

Toutes les expériences faites jusqu'ici, ont porté sur une partie d'intestin bien isolée, et disposée d'une façon rectiligne, mais si les électrodes sont portées sur une anse repliée sur elle-même, ou sur une anse reposant sur la masse intestinale ; ou mieux si ouvrant complétement l'abdomen, les anses étant agglomérées, on place une électrode au pylore et l'autre à l'iléon ; on constate que l'établissement du courant provoque des mouvements multi-

ples ; ces mouvements sont surtout marqués dans les secondes qui suivent soit l'établissement soit le renversement du courant, et diminuent assez rapidement. Si on examine avec attention ces mouvements, on constate qu'ils sont dus surtout à des strictures, qui s'établissent toujours aux mêmes points, en des endroits où deux anses étant en contact l'une joue par rapport à l'autre le rôle d'électrode positive. Si, en effet, on renverse le courant, on voit que l'anse qui était tout d'abord contracturée se relâche, tandis qu'au contraire l'anse voisine présente une stricture.

En chaque point, le mouvement dure jusqu'à ce que la contracture ait atteint son maximum, puis ce maximum atteint, la contraction reste la même, et l'intestin paraît être entré dans une période de repos.

Ce phénomène prouvant qu'une anse joue par rapport à l'autre le rôle d'électrode, est encore mieux mis en évidence si l'on a soin d'employer le dispositif suivant : un corps bon conducteur comme un fil métallique est placé sur deux anses qui ne se touchent pas, une des anses présente au point de contact du fil une stricture nette au moment du passage du courant, et si on vient à renverser ce courant c'est l'autre anse qui entre en contraction.

En expérimentant avec un fil de platine et avec des courants d'une intensité régulièrement croissante, on peut arriver à déterminer un dégagement gazeux au pôle négatif alors que ce dégagement n'est pas appré-

ciable au pôle positif. On obtiendra ainsi à l'une des extrémités du fil une contraction (phénomène polaire positif) à l'autre l'apparition d'un peu d'écume blanche (phénomène polaire négatif) ; si on vient à renverser le courant les phénomènes se produisent en sens inverse aux extrémités du fil de platine.

Il résulte de ces expériences, que l'excitation électrique par le passage du courant ne détermine aucun mouvement interpolaire.

Les mouvements qu'on peut constater paraissent dus à des excitations déterminées par le déplacement des matières digestives ou encore à des excitations polaires imprévues au premier abord.

Fibres longitudinales de l'intestin. — On pouvait se demander si le courant continu dont l'influence sur les fibres circulaires était si nette, était susceptible d'agir aussi sur les fibres longitudinales.

Pour ces recherches, des anses intestinales étaient placées sur de grandes électrodes en peau de chamois intéressant la moitié de la circonférence de l'intestin sur une longueur de plusieurs centimètres.

Dans de telles conditions, les réactions observées au pôle négatif sont insignifiantes. Au pôle positif il y a diminution légère du calibre de l'organe dans toute la partie en contact avec l'électrode, et stricture nette aux deux extrémités aux points où l'intestin quitte l'électrode ; mais dans aucun cas on ne constate de raccourcissement de l'organe ; si bien que la conclusion qui ressort de toutes ces expériences

est que le courant continu est incapable de faire contracter les fibres longitudinales.

Excitation du mésentère. — Si on expérimente sur des animaux de petite taille, on n'observe rien de précis lorsque les électrodes sont placés en des points quelconques du mésentère ; en effet, si ce mésentère est placé sur un corps isolant comme une plaque de verre, il se dessèche très rapidement et devient très peu conducteur : si on vient alors à le mouiller, l'eau en se répandant à sa surface établit des courts circuits entre l'électrode et l'intestin, et la contraction qu'on peut alors observer rentre dans la catégorie des contractions dues à une excitation polaire.

Mais si on vient à placer l'électrode très près d'un tronc vasculo-nerveux, ou même directement sur celui-ci, on observe des contractions au niveau du point de distribution des vaisseaux dans la paroi intestinale, contractions qui offrent les caractères habituels suivant le pôle employé. Il semble donc rationnel d'admettre qu'il n'y a pas excitation des nerfs, mais simplement localisation de l'action polaire, les vaisseaux servant en ce cas d'électrode.

Courant faradique. — Les mouvements de l'intestin qui peuvent se produire, soit entre les deux électrodes soit en dehors d'elles sont parfois difficiles à constater. Supposons qu'il s'agisse d'un intestin en pleine activité digestive, aussitôt après l'ouverture de l'adomen, on constate que cet intestin est animé de mouvements nombreux, que le

moindre choc ou le contact des électrodes suffisent à augmenter. Il devient très difficile de dire si le passage du courant a une action marquée, et ensuite si cette action est due à ce que le courant traverse toute l'anse en mouvement, ou simplement à ce que deux points de la périphérie intestinale sont excités soit électriqnement, soit autrement, et deviennent le point de départ d'actions reflexes sur le reste de l'organe. En fait dans ces conditions si les deux électrodes sont assez éloignées l'une de l'autre, on voit de nombreux mouvements, mais ces mouvements ne semblent pas manifestement plus intenses dans les parties qui, d'après leur situation, doivent être traversées par un courant très dense, que dans les parties éloignées où le courant dérivé paraît devoir être très faible.

Mais si au lieu de prendre un intestin en pleine activité digestive, le travail digestif est peu marqué, si on laisse l'intestin grêle se refroidir, surtout si l'animal est fatigué par des expériences précédentes, des courants même intenses peuvent arriver à ne plus provoquer que des réactions au niveau des électrodes.

Si on a soin de se placer dans des conditions moyennes, si on laisse un intestin en pleine activité se refroidir légèrement, ou si l'on choisit une anse qui semble à peu près au repos et qu'on l'amène rapidement en dehors, on constate que l'électrisation produit des mouvements plus ou moins intenses soit entre les électrodes, soit en dehors d'elles. Mais le

phénomène qui se produit là paraît complexe ; pour en apprécier les différentes modalités il demande à être étudié de près, afin de pouvoir classer en catégories différentes les variations observées.

Supposons qu'on agisse sur une masse intestinale dont les anses ne présentent que quelques points de contact peu nombreux. L'établissement du passage du courant déterminera des strictures là où deux anses se touchent.

Il se produit là un phénomène absolument comparable à celui que nous venons de décrire au sujet du courant continu, une anse joue par rapport à l'autre le rôle d'une véritable électrode, déterminant ainsi une *action polaire secondaire*. Et ce qui prouve bien qu'on n'a pas à proprement parler, de phénomènes interpolaires, c'est que cette réaction ne se produit qu'en certains points où la densité électrique est relativement considérable.

Supposons qu'on observe une anse animée de mouvements, et qu'on laisse cette anse se refroidir jusqu'à la cessation des mouvements, l'établissement du passage du courant faradique fera apparaître des mouvements analogues exactement aux points où ils se produisaient tout d'abord.

S'agit-il là d'une action directe du courant sur la fibre lisse? Cela paraît douteux.

Il faudrait admettre, en effet, que l'électricité ait une action élective en certains points, car rien ne vient justifier cette hypothèse. Il paraît plus naturel et plus plausible d'admettre que c'est la contrac-

tibilité préexistante qui a reparu, et qu'en établissant le passage du courant faradique, on a mis l'intestin dans un état analogue à celui qu'on aurait obtenu en le chauffant modérément. Il semble qu'il y ait là une action sur le système nerveux ou sur la circulation sanguine, sans qu'on sache exactement quelle part revient à l'un ou à l'autre de ces deux facteurs. Quoiqu'il en soit, le phénomène peut être souvent observé. On peut dire qu'il y a là comme un réveil de l'intestin.

Ces réactions se produisent sur des anses extra ou intra-polaires par rapport aux électrodes, le terme extra-polaire signifiant seulement, que l'anse ne se trouve pas entre les deux électrodes ; car pour faible que soit le courant qui traverse l'intestin en deçà ou au-delà de la portion interpolaire, il n'en existe pas moins ; et il ne peut-être considéré comme négligeable par rapport au courant qui traverse la portion interpolaire, que quand cette portion est devenue très courte par un très grand rapprochement des électrodes.

Ce réveil de la contractibilité intestinale peut être mis en évidence d'une façon simple.

Sur une anse au repos et passablement refroidie, on fait rapidement un certain nombre d'excitations, soit au moyen de chocs mécaniques légers, soit par des contacts électriques, et au moment où les strictures provoquées par ces excitations, commencent à décroître, on fait entre les deux extrémités de l'anse passer un courant faradique, on voit alors fréquemment les strictures s'accroître à nouveau, et parfois devenir

plus intenses qu'elles ne l'étaient précédemment, alors que les parties non préalablement excitées, restent dans la majorité des cas parfaitement immobiles.

Jusqu'ici les expériences ont porté sur un intestin pris dans des conditions d'activité moyenne, mais si on prend un intestin dont l'activité est assez marquée avant l'expérience, si on rapproche suffisamment les électrodes, on peut constater un certain nombre de réactions, qui paraissent causées par l'excitation en masse de toute une anse par le courant qui la traverse.

On peut alors observer soit une série de mouvements de reptation, soit une sorte d'érection en masse de toute l'anse, soit enfin une diminution de calibre de l'organe, qui s'étend régulièrement d'une électrode à l'autre. Il semble alors que le courant agisse simultanément sur toutes les fibres qu'il traverse.

Il semble bien que dans tous ces cas, les modifications observées soient imputables aux fibres longitudinales. Quand avec les courants faradiques on observe ce qui se passe au niveau des électrodes, on constate des réactions dues à l'excitation des fibres longitudinales qui pour une excitation intense pouvaient aller jusqu'à l'invagination de la partie supérieure de l'organe dans la partie inférieure. Quand, au lieu d'observer les réactions au niveau des électrodes, on assiste aux mouvements interpolaires, on constate la même contractibilité de ces fibres.

Il était intéressant de rechercher quel raccourcissement pouvait produire la contraction des fibres longitudinales, mais le plus souvent il survenait soit une hémorrhagie, soit une dilacération du mésentère qui faisait rapidement tomber pour les deux ordres de fibres, la contractibilité déterminée par le passage du courant faradique.

Quoiqu'il en soit, tandis que des courants continus d'une intensité élevée allant jusqu'à 25 milliampères étaient incapables de déterminer des modifications, des fibres longitudinales, la contraction de ces mêmes fibres était obtenue avec les courants faradiques, quand on avait soin d'enfoncer les bobines assez profondément.

Courant de de Watteville. — Les réactions qu'on obtient avec ce courant, aux points où ne portent pas les électrodes sont variables suivant l'état préalable de l'intestin. D'une façon générale on observe une augmentation de péristaltisme ou un réveil de ce péristaltisme quand il était éteint.

Dans la portion interpolaire on peut avoir une exagération très intense des mouvements normaux, se traduisant par de grandes ondes, présentant l'aspect de phénomènes d'érection ou de reptation.

Dans ces diverses réactions, les fibres longitudinales entrent manifestement en jeu, et leur rôle semble évident pour l'observateur.

Si l'on rapproche suffisamment l'une de l'autre les deux électrodes, on peut dans certains cas obtenir

une contracture qui diminue régulièrement le calibre dans toute l'étendue de l'anse.

On voit que tandis que la voltaïsation simple ne donnait que des réactions nulles ou très faibles aux points où ne portaient pas les électrodes, et semblait n'avoir aucune influence sur les fibres longitudinales, la galvano-faradisation paraît agir en ces points et sur ces fibres exactement comme le courant faradique.

On peut dire que lorsque les deux composantes sont employées chacune à dose moyenne, le courant de de Watteville donne sous les électrodes les effets de la voltaïsation, et ceux de la faradisation aux autres points.

Excitation à travers la paroi.

Courant cantinu. — L'excitation de l'intestin à travers la paroi nécessitait un dispositif spécial pour le contrôle des expériences. L'anse intestinale n'était plus en effet étalée sur une lame de verre, mais restait comme chez un malade enfermée à sa place dans la cavité abdominale.

On pouvait songer à recourir à la radioscopie, malheureusement, même chez les animaux de petite taille, la cavité abdominale est peu transparente aux rayons Rœntgen, ce qui nécessite pour l'observation des phénomènes l'injection dans l'intestin d'une substance très dense. Mais en raison même de leur densité, ces substances constituent un obstacle que

ne peut vaincre l'intestin. Ceci découle en quelque sorte des expériences, des observations faites sur l'intestin mis à nu, puisque la tension intra-intestinale étant trop considérable, il était devenu impossible de provoquer des contractions. En injectant du mercure dans l'intestin grêle de cobayes ou de lapins, la radioscopie montrait qu'il n'y avait aucun déplacement de l'image de la masse métallique, quelles que fussent les intensités employées (100 à 150 milliampères), avec ou sans renversement, quelle que soit la durée de l'application, la disposition des électrodes (dorsales, abdominales intra-rectales, etc.). Dans une tentative on avait injecté dans le cœcum un centimètre cube de mercure, la radioscopie permit de constater, que pendant, comme après les applications les plus diverses du courant, il n'y avait aucune fragmentation de la masse de mercure ; après quatre jours, l'animal ayant succombé, on trouva la plus grande partie du mercure, là-même où il avait été injecté ; une faible partie divisée en gouttelettes minuscules, s'était seule répartie dans tout le gros intestin.

De cette expérience, il résulte que le poids du mercure s'oppose à son déplacement, puisque des excitations électriques très intenses portant sur le gros intestin dont le calibre est pourtant plus grand et les parois légèrement plus épaisses que celles de l'intestin grêle, n'auraient, au bout de quatre jours réussi qu'à déplacer une partie de la masse totale. Le *Deutsche medicine Wochenschrift*, relate les expé-

riences de Boas et de Lévy Dorn, dans lesquelles ces auteurs se sont servis comme corps opaque du bismuth. Ils utilisaient des capsules en gélatine, remplies de bismuth, dont ils suivaient le déplacement dans l'organisme, à l'aide de la radioscopie. Ces expériences peuvent être rapprochées de celles de MM. Ch. Roux et Balthazard qui ont pu suivre les déformations de l'estomac durant la digestion en faisant ingérer à la grenouille, au chien et à l'homme, un lait de bismuth.

Au cours des expériences dont nous allons donner le détail, on n'a pas utilisé la radioscopie ; mais des dispositifs spéciaux permettant de se rapprocher le plus possible des conditions qu'on rencontre dans les applications médicales.

Comme pour les excitations directes de l'intestin, les expériences ont porté sur des lapins et des cobayes éthérisés. Les intensités employées variaient entre quelques milliampères, et le maximum qu'on puisse atteindre sans provoquer de cautérisations avec les électrodes de petite taille (plus de 100 milliampères dans de nombreux cas).

1° *Voltaïsation constante de l'abdomen.*

Pour réaliser autant que possible les conditions dans lesquelles on se trouve dans les applications médicales, il fallait d'une part laisser l'intestin dans des conditions de rapports anatomiques, de tension intra-abdominale, d'agglomération et de température

semblables à celle de l'état normal ; d'autre part il ne fallait pas placer les électrodes directement sur le viscère, enfin durant toute l'expérience il fallait que les anses demeurassent exposées aux regards.

Toutes ces conditions pouvaient être réalisées chez le cobaye : la peau de l'abdomen était fendue suivant la ligne médiane, puis deux incisions perpendiculaires à la première constituaient des volets qu'on rabattait sur les côtés. De chaque côté de l'abdomen était pratiquée une incision intéressant les fibres du grand et du petit oblique, lesquels étaient réclinés sur le côté comme la peau. Quand cette dissection est pratiquée convenablement, on découvre de chaque côté de la ligne médiane, une zone absolument transparente, formée par les fibres tendineuses du transverse, et le feuillet pariétal du péritoine. L'intestin peut alors être aperçu sur un bon tiers de la paroi antérieure de l'abdomen.

Cette disposition permet alors d'observer ce qui se passe durant le passage du courant.

a) Les deux électrodes étant constituées par des plaques de coton mouillé, l'une était placée sur le flanc droit, l'autre sur le flanc gauche en dehors de la zone transparente. On constatait alors qu'un courant très intense et longtemps appliqué (100 milliampères durant 5 minutes) ne déterminait aucune modification dans les points visibles à l'œil et non sous-jacents aux électrodes.

b) Une grande électrode est placée sur un des flancs ou dans le dos, l'autre pôle est en communi-

cation avec un petit tampon de coton humide, qui est porté en différents points de la surface transparente, on observe toujours, même avec des intensités faibles (un ou quelques milliampères, et une application très courte, la stricture polaire habituelle sur l'anse sous-jacente, comme si l'application était faite sur l'intestin lui-même ; suivant qu'on applique le pôle positif ou le pôle négatif, on observe des phénomènes identiques à ceux qui se produisent quand on excite directement l'intestin.

c) Dans le dispositif que nous avons indiqué pour cette catégorie d'expériences, les différents plans de la paroi ont été conservés et réclinés dans les côtés, on peut alors se rendre compte des phénomènes qui se passent qnand l'excitation est produite à travers les muscles et la peau. Pour cela on amène les volets latéraux sur la partie dénudée, et on applique l'électrode sur la paroi ainsi reconstituée ; on fait passer le courant pendant 15 ou 30 secondes, puis on enlève brusquement l'électrode et les parties superficielles, et on constate à travers la membrane transparente la stricture sur une ou plusieurs anses aux points correspondant à la place de l'électrode.

Cette stricture qui disparaît assez vite est manifestement plus large que l'électrode, ce qui doit être attribué à la diffusion du courant. L'excitation de l'intestin déjà très appréciable avec des intensités plus faibles, est nette avec une dizaine de milliampères, et le devient de plus en plus au fur et à mesure qu'on se sert de courants d'intensité plus élevées.

d) Enfin si l'on prend soin de réunir les volets latéraux au niveau de la ligne blanche par des pinces métalliques, afin que la paroi présente la même conductibilité électrique, on constate que les strictures polaires se produisent comme précédemment. Ces expériences amènent à conclure :

1° Que le courant voltaïque appliqué sur l'abdomen exerce une influence marquée sur l'intestin, et en particulier y produit des contractions quand la paroi est intacte ;

2° Que ces contractions se produisent au point d'application des électrodes.

On ne peut pas affirmer qu'il ne se produit aucune modification en dehors de ces points, cependant les expériences précédemment décrites n'ont jamais permis d'en constater ; et quand l'intestin reste ainsi emprisonné dans la cavité abdominale, on n'observe pas d'excitation polaire d'une anse à l'autre comme cela se voyait dans les expériences portant sur l'intestin mis à nu. Cela tient à ce que la masse intestinale régulièrement agglomérée forme avec la cloison pariétale un conducteur continu dont tous les points se trouvent dans les mêmes conditions, et d'autre part un conducteur d'un grand diamètre dans lequel la densité électrique est en chaque point assez faible sauf aux points de contact des électrodes.

Voltaïsation avec interruption. Voltaïsation avec renversement.

Procédé du professeur Doumer.

Les expériences pratiquées avec le dispositif que nous venons de décrire, donnent lieu au moment des variations brusques d'intensité, à une contraction intense de la paroi. Cette contraction empêchant de constater ce qui se passait alors, on ne pouvait observer que des phénomènes qui se produisaient à la période d'état.

Aussi a-t-il paru préférable de choisir un autre dispositif.

On sectionne complétement l'abdomen suivant la ligne médiane, puis on élève fortement à l'aide de pinces les lèvres de l'incision. L'intestin apparaît alors au fond d'une sorte de cul-de-sac, dans lequel il est appliqué en masse contre la paroi postérieure. On place alors un électrode sur le flanc gauche, l'autre sur le flanc droit, ou encore deux électrodes correspondant au même pôle sur les flancs, et l'électrode de l'autre pôle sur le dos. On constate alors :

a) Que les anses qui sont en contact avec l'une des parois, subissent les réactions qu'elles présentent habituellement quand on l'excite avec le pôle qui est en contact avec cette paroi, et cela seulement au niveau du point de contact.

b) On ne constate, ni pendant la période d'état, ni immédiatement après les secousses, de mouvements

interpolaires. Cependant à l'inverse de ce qui se produisait dans les expériences précédentes, alors que l'abdomen était encore fermé par la cloison transparente, on peut noter quelques mouvements intestinaux, qui se produisent d'ailleurs d'une façon tout à fait inconstante ; il semble bien que ces mouvements soient dus soit à une excitation mécanique produite par la contraction brusque des parois au moment du renversement, soit encore à des actions polaires secondaires : les anses n'étant plus exactement agglomérées et pouvant jouer les unes par rapport aux autres le rôle d'électrodes.

c) Que les interruptions et surtout les renversements brusques, provoquent des contractions intenses des parois, qui compriment et déplacent plus ou moins les anses intestinales.

d) Que la plupart du temps les anses présentant la stricture positive, se relâchent plus ou moins, lorsqu'à la suite d'un renversement elles subissent une excitation négative ; mais avec des courants très intenses et des électrodes petites, il finit par s'établir comme cela se passait pour l'intestin mis à nu, des strictures après plusieurs renversements, strictures qui ne se modifient plus à chaque nouveau changement de sens.

Au cours des expériences faites avec le premier dispositif, quand les électrodes étaient placées sur le dernier plan dénudé, on constatait des contractions intenses de la paroi à chaque secousse ou à chaque renversement, et même pendant la période d'état, on

pouvait noter une certaine activité de la paroi sous forme de trémulations intermittentes plus ou moins accentuées, et qui se produisaient autour des électrodes : trémulations qu'on pouvait imputer soit à d'imperceptibles variations d'intensité, occasionnées par les mouvements respiratoires qui modifient les contacts, soit à des sensations douloureuses, si l'on suppose les animaux incomplétement endormis.

Il semble se dégager de ces expériences si l'on envisage la question au point de vue pratique, que le procédé préconisé par le professeur Doumer a une action immédiate consistant en phénomènes moteurs. Il provoque en effet :

1° Une sorte de massage de la totalité de l'intestin par suite des contractions intenses des parois abdominales. Ces contractions étant donné le point où M. Doumer place les électrodes, portaient à la fois sur le transverse et sur les obliques. Il semble qu'on doive y rattacher également les petites contractions qu'on note chez les animaux durant la période d'état du courant.

2° Une stricture marquée d'un certain nombre d'anses qui se trouvent en contact avec le point d'application de l'électrode positive, et une contraction légère au niveau de l'électrode négative.

Grâce aux renversements, les strictures se produisent, tantôt à droite, tantôt à gauche de l'abdomen ; de plus le courant se diffusant à travers la paroi, il semble que même avec des intensités élevées, la densité ne doit pas être suffisante pour produire les strictures

immuables qui se manifestent rapidement après quelques renversements sur un intestin mis à nu ; enfin grâce aux contractions intenses quelles produisent les secousses brusques peuvent modifier les rapports des anses et amener de nouvelles contractions aux points excités.

Quand on fait ainsi l'application du courant à travers la paroi, la densité électrique est faible au niveau du plan qui correspond à l'intestin, et il faut un certain temps pour que la contraction intestinale se produise ; ce qui justifie la pratique de Doumer consistant à ne faire les changements de sens que toutes les minutes.

Cette action motrice immédiate, ne doit pas être seule à entrer en ligne de compte dans les résultats thérapeutiques ; il est vraisemblable qu'il se produit des actions réflexes, que le péristaltisme intestinal est réveillé, qu'il y a disparition des phénomènes de contracture, peut-être une action sur la sécrétion, etc. C'est ainsi que dans de nombreux cas d'entérocolite soignés par le procédé de Doumer les garde-robes apparaissaient le plus souvent une dizaine d'heures au moins après l'électrisation.

Courant de Watteville. — Si dans un courant galvano-faradique l'intensité voltaïque est suffisante, on observe les mêmes réactions aux mêmes points qu'avec le courant continu.

Si l'abdomen est largement ouvert, qu'on prenne les précautions indiquées pour empêcher la hernie de la masse intestinale, et qu'on applique une électrode de chaque côté sur la paroi, on ne voit pas de mouvements interpolaires. La masse intestinale est sans cesse agitée par les mouvements respiratoires et les trémulations que le courant produit dans les parois.

Parfois on note un certain réveil du péristaltisme, mais les excitations mécaniques résultant de ces mouvements suffisent à les expliquer, et il est difficile de juger ce qui appartient réellement à l'excitation électrique de la fibre.

Si on a soin de placer les anses superficielles sur une lame de verre introduite dans l'abdomen, on obtient, en mettant les électrodes au bord de l'incision, une densité plus grande du courant dans ces anses qu'on soustrait ainsi en partie aux excitations mécaniques.

Les mouvements intestinaux qu'on constate alors sont presque nuls, mais ils paraissent parfois en rapport avec l'intensité et la répartition du courant.

Enfin si avec le même dispositif, on place une électrode sur l'intestin, une autre à la paroi, on obtient d'assez beaux mouvements interpolaires moins nets cependant que si les deux électrodes sont en contact avec le viscère.

Il ne semble pas que ces mouvements intestinaux soient dus à un phénomène réflexe causé par l'excitation d'un point ou de deux points isolés, mais bien

plutôt à une excitation électrique des fibres interpolaires, car lorsque les deux électrodes sont assez rapprochées la motricité est bien plus marquée dans l'anse qui les joint que partout ailleurs.

Cependant, au cours des applications, les malades ne se plaignent d'aucune colique, et n'éprouvent le besoin d'aller à la selle que de longues heures après, phénomènes qui cadrent mal avec l'hypothèse de réactions intestinales violentes sous l'influence du courant.

Quoiqu'il en soit il ne semble pas que le galvano-faradique appliqué sur les parois produise pendant la séance des mouvements intestinaux considérables.

Il y a lieu de tenir compte des faits suivants : un certain nombre d'anses se contractent aux points sous-jacents aux électrodes ; la paroi est dans un état de trémulation qui soumet probablement l'intestin à une action tout à fait comparable à celle du massage vibratoire ; enfin on peut admettre que le réveil du péristaltisme constaté par l'excitation directe d'une anse isolée, puisse se produire sur l'intestin en masse et d'une façon bien plus notable sur un intestin pathologique que sur un intestin normal.

A côté des actions observées sur la motricité, le courant électrique détermine très vraisemblablement une action sur la sécrétion et sur les centres nerveux qui doit entrer en ligne de compte dans les effets thérapeutiques.

Ce qu'on peut affirmer touchant l'excitation de la

paroi par le courant galvano-faradique, c'est que les effets produits ne sont pas imputables à une action motrice intense pendant la séance.

Déductions thérapeutiques.

Il est très difficile d'appliquer au malade les conclusions auxquelles conduisent ces expériences de laboratoire. Tout d'abord les traumatismes que nécessitent ces expériences, font disparaître tout une série de phénomènes complexes, de nature reflexe, appelés à jouer un rôle considérable quand on fait agir sur le tube digestif les courants électriques.

Pour juger de l'influence exacte de ces courants, il faudrait pouvoir examiner l'intestin sans ouvrir les parois, sans attacher l'animal, sans déterminer de souffrances, toutes causes qui ont pour effet de modifier les réactions générales du système nerveux.

Grâce à l'ingestion de laits de bismuth, MM. Roux et Balthazard ont pu constater les mouvements normaux de l'estomac par examen radioscopique.

MM. Laquerrière et Delherm ont repris ces expériences, et sont arrivés à des conclusions identiques ; par contre ces deux derniers auteurs ayant au cours de leurs expériences examiné un très grand nombre d'animaux d'espèces différentes qu'ils avaient laparatomisés, n'ont jamais constaté la petite onde péristaltique, que la radioscopie permet de percevoir

nettement. L'ouverture de l'abdomen et le contact de l'air suffisaient donc pour faire disparaître un phénomène normal de la période digestive ; ce qui amène à conclure qu'un certain nombre de réactions électriques qui se produiraient normalement, cessent du fait de l'ouverture de l'abdomen. Aussi doit-on considérer que ces expériences se rapportent plutôt à la fibre lisse prise isolément, qu'à tel ou tel organe. Quant aux réactions des fibres lisses, elles sont différentes suivant l'organe qu'on envisage.

Déjà Onimus faisait remarquer, que tandis que la contraction des fibres striées était à peu près identique pour tous les muscles, celle des fibres lisses était très différente, non seulement suivant les organes, mais dans un même organe suivant l'état et la fonction. L'utérus gravide ayant des propriétés toutes différentes de l'utérus non gravide, qui pour employer l'expression de Legros se trouve dans une sorte d'état d'hibernation, et cet auteur écrit « que les organes à fibres lisses sont essentiellement capricieux et ne se contractent que quand il leur plaît ».

Bien que cette proposition semble exagérée, il n'en est pas moins vrai que, lorsque au cours des expériences on tend à se rapprocher le plus possible des conditions physiologiques, on constate que les réactions produites par un même courant sont variables ; tandis que si l'on s'éloigne au contraire des conditions physiologiques ; lorsque l'expérimentation se prolonge plusieurs heures sur un même animal, ou qu'on

laisse cet animal se refroidir, les réponses deviennent à peu près constantes pour un même organe et un même courant. Il semble donc assez difficile de tirer de ces expériences des conclusions précises sur l'efficacité d'un mode thérapeutique ; on peut dire cependant :

1° Que pour amener une contraction intestinale par influence directe sur la fibre lisse, lorsqu'on agit à travers la paroi, il faut employer des courants intenses, l'électrode n'agissant que sur une petite surface de la paroi afin que le courant soit plus dense en ce point.

2° Que certains procédés électriques qui utilisent des chocs brusques, ne déterminent pas de contractions par influence directe de l'électricité, mais produisent grâce aux contractions des muscles de la paroi un massage et une mobilisation plus ou moins grande des anses intestinales.

3° En dehors de ces actions, il faut très vraisemblablement faire intervenir des actions réflexes ayant leur point de départ dans l'excitation cutanée (Théorie métamérique de Head).

4° Que lorsque les courants sont appliqués sous des intensités élevées, mais avec de larges électrodes ils paraissent incapables de produire des contractions marquées, et par conséquent ne sauraient exagérer le spasme intestinal.

Certains modes d'électricité peuvent donc être

appliqués même dans le traitement de la constipation spasmodique, alors que d'autres modes et en particulier ceux qui utilisent des secousses et font contracter énergiquement la paroi, doivent être réservés aux cas de constipation par atonie.

CONCLUSIONS

En ce qui concerne le courant continu :

1° Les contractions des fibres de l'intestin grêle sont essentiellement différentes de celles qu'on observe sur le muscle strié. Elles paraissent produites plutôt par la période d'état du courant que par l'ouverture ou la fermeture du circuit.

2° Au pôle positif la contraction est plus prompte, plus rapide, plus intense, plus facile à obtenir.

Elle s'établit presque dès la fermeture du circuit.

Elle est caractérisée par une rétraction annulaire portant également sur toute la circonférence de l'organe.

Elle se montre avec la même ampleur quelque soit le point de la circonférence excité.

Cette stricture se maintient pendant tout le passage du courant, mais paraît relativement peu durable, et disparaît fréquemment presque immédiatement après l'ouverture.

3° La contraction au négatif exige peut-être des intensités plus élevées pour se produire, son apparition est plus tardive. Elle est plus lente à se développer et à atteindre son maximum. Elle se manifeste par

une dépression au point d'application de l'électrode : avec de fortes doses on peut observer une ébauche de contraction annulaire plus ou moins marquée, mais avec prédominance indéniable au point d'application. Contrairement à ce qu'on observe pour le positif, son ampleur est variable suivant le point de la circonférence excité ; l'excitabilité étant à son maximum au bord libre et à son minimum au bord mésentérique.

Cette contraction une fois établie se maintient pendant tout le passage du courant. Elle paraît plus durable que la stricture du positif et se maintient dans la plupart des cas plus longtemps qu'elle après l'ouverture. Il peut arriver qu'elle augmente après cette ouverture, enfin avec des intensités faibles on peut observer une contraction tardive : il n'y a eu durant le passage du courant aucune réaction, et c'est seulement un temps appréciable après le retrait de l'électrode qu'on constate la formation rapide de la dépression caractéristique.

4° Sur une anse intestinale disposée de façon rectiligne, on ne voit jamais se produire de phénomène polaire ou extra-polaire imputable à une influence directe de l'électricité. Les mouvements, dans ce cas, s'ils se produisaient étaient localisés aux environs des pôles surtout du positif. Il paraît donc logique de les attribuer au déplacement des matières alimentaires sous l'influence de la contraction polaire. Sur des portions d'intestin repliées sur elles-mêmes, on observe après l'établissement ou le renversement du courant des

contractions en des points, toujours les mêmes pour une même direction du courant.

Ces mouvements sont dus à des phénomènes secondaires de polarités, une anse intestinale jouant sur l'anse voisine le rôle d'électrode positive.

5° Il a été impossible à l'aide du courant galvanique de produire des contractions des fibres longitudinales de l'intestin.

6° L'excitation du mésentère peut provoquer des contractions de l'intestin qui semblent imputables à des actions polaires, le paquet vasculo-nerveux tenant lieu d'électrode.

7° L'excitabilité de l'intestin est variable suivant diverses circonstances :

a). — L'intestin vide et contracturé au maximum est incapable de se contracter davantage sous des influences galvaniques.

b). — La contractilité reste la même, que l'intestin soit vide, demi-plein ou plein, à la condition que les matières digestives ne soient pas assez dures, ou que la pression intra-intestinale ne soit pas assez élevée pour lutter victorieusement contre cette contraction.

c). — L'excitabilité sur l'animal vivant diminue au fur et à mesure que l'intestin se dessèche ou se refroidit, elle diminue également après la mort au fur et à mesure que le temps s'écoule.

d). — Tout l'intestin grêle est facilement excitable ; le duodénum paraissant plus excitable que la portion moyenne. La partie la moins excitable de tout l'intestin grêle des animaux qui ont servi de base aux

expériences, a paru être une portion très minime du duodénum au voisinage du pylore.

e) L'état préalable de mouvement ou de repos ne paraît pas modifier l'apparition des phénomènes.

8° Le sens du courant par rapport à l'intestin ni l'éloignement, ni la nature des électrodes, n'ont paru avoir d'influence sur la production des phénomènes. Lorsqu'on renverse le courant on voit avec des intensités faibles les phénomènes polaires se produire à leur pôle respectif avec les caractères habituels ; avec intensités plus fortes des strictures semblables au niveau des deux électrodes. Les renversements de courant sur un intestin replié sur lui-même, provoquent des mouvements qui sont en réalité dus simplement à des actions polaires secondaires.

Courant faradique. — Le courant induit appliqué à l'intestin excite la musculature intestinale ; mais les mouvements qui se produisent varient de forme et d'intensité. Les résultats observés ne sont pas d'une netteté complète, il est difficile de se rendre compte des réactions qui se présentent, et surtout ces réactions sont difficiles à décrire d'une façon précise.

Ainsi ce chapitre des expériences reste assez obscur il semble cependant que :

1° Sous l'influence du courant faradique à intermittences rapides, la contracture de l'intestin est caractérisée comme d'habitude par un accroissement progressif et l'absence de secousse brusque.

2° Il ne semble pas y avoir de différence entre les phénomènes observés à chacun des deux électrodes quelque soit le pôle considéré, et la direction du courant par rapport à l'intestin (au moins avec les appareils ne donnant que du courant induit).

3° La réaction au niveau de l'électrode est généralisée à toute la circonférence de l'organe et égale quelque soit le point de cette circonférence où ait porté l'électrode.

4° La forme de cette réaction peut varier depuis une simple stricture, jusqu'à une invagination de la portion supérieure dans l'inférieure. Les fibres circulaires paraissent être surtout intéressées, mais les fibres longitudinales le sont aussi d'une façon indéniable dans la plupart des cas.

5° On observe fréquemment des mouvements en dehors des points de contact des électrodes. Certains de ces mouvements doivent être attribués aux réactions des anses les unes sur les autres aux points où elles se touchent ; certains autres semblent plutôt dus à une action de réveil de la contractibilité antérieure ; mais d'autres paraissent liés uniquement à l'action du courant sur toutes les fibres musculaires qui se trouvent dans le circuit.

6° Les fibres longitudinales réagissent sous l'influence du courant faradique.

7° Les conditions capables de faire varier l'excitabilité de l'intestin, sont les mêmes pour le courant faradique que pour le galvanique, sauf que l'état préalable de mouvement paraît favoriser nettement

les actions motrices apparaissant en dehors des points où sont appliqués les électrodes.

8° Toutes choses égales d'ailleurs l'intestin réagit d'autant plus que la bobine dont on se sert a un fil plus long et plus fin ; en un mot que le courant a plus de tension.

Courant de de Watteville. — I. — Lorsqu'on expérimente sur un intestin mis à nu et isolé, on constate :

1° Des effets polaires surtout imputables au courant galvanique et reproduisant à peu de chose près les phénomènes résultant de ce courant seul.

2° Des effets en dehors des points d'application des électrodes paraissant ceux de la faradisation, et imputables à l'influence de ce mode électrique.

3° L'influence relative par rapport l'une à l'autre de ces deux sortes de réactions est variable suivant l'intensité relative de chacune des deux composantes.

II. — Si on porte les deux électrodes non plus sur l'intestin mais sur les parois :

1° On observe outre une excitation énergique de ces parois, à peu près ce qu'on observe avec du courant continu seul ; c'est-à-dire des réactions polaires au niveau des électrodes ;

2° Il n'est pas possible de nier définitivement l'existence des réactions motrices de toute la masse ; mais si ces réactions existent, elles sont certainement assez faibles et ne permettent nullement d'expliquer les résultats thérapeutiques observés.

EXPÉRIENCES PERSONNELLES

Nous nous proposons de donner maintenant le détail de quelques expériences ayant réalisé les conditions optima de netteté des phénomènes observés.

Expérience I. — Lapin adulte, n'ayant pas mangé depuis quelques heures. L'animal est fixé sur le dos sans que les pattes antérieures soient trop élevées, afin de ne point gêner la respiration, anesthésie par l'éther, on pratique, une petite boutonnière intéressant toute la paroi, parallèle à la ligne médiane et située un peu à droite. Par cette boutonnière on donne issue à une anse d'intestin grêle qui se trouve moyennement remplie de bouillie alimentaire.

Dès que le calme est rétabli, les électrodes constituées chacune par un petit tampon de coton hydrophile mouillé, sont placées sur l'intestin ;

Le contact détermine un très léger degré de stricture, dès que celle-ci a disparu on fait passer le courant.

1° On constate alors à l'électrode positive : une stricture qui débute presque au moment de la fermeture du circuit. Cette stricture se manifeste avec un courant égal et même inférieur à 1 milliampère, on la constate de quelque façon

et quelque soit le point de la circonférence intestinale où l'électrode ait porté. Cette stricture porte sur tout le diamètre de l'organe et présente une forme annulaire. Avec des intensités plus élevées 5 à 10 milliampères suivant que la résistance opposée par le contenu est plus ou moins grande, elle aboutit à un état presque filiforme de l'intestin.

Cette stricture positive est la même, que le pôle négatif soit appliqué au-dessus et au-dessous par rapport à la direction du cheminement normal des matières, ou encore en un point quelconque du corps.

En somme la réaction du pôle positif est telle que MM. Laquerrière et Delherm l'ont décrite et le sens du courant n'a aucune importance.

2° Au niveau de l'électrode négative la contraction est moins nette et plus tardive :

a) Si l'électrode est placée sur le bord mésentérique de l'intestin, elle ne se produit qu'à partir d'une intensité de 5 milliampères et pendant une application d'une minute.

b) Si l'électrode est appliqué sur la face supérieure ou inférieure, il faut agir avec une intensité de 3 à 4 milliampères et pendant près d'une minute.

c) Si enfin l'électrode est placée sur le bord libre, la contraction nécessite encore une intensité de près de 3 milliampères mais la réaction est plus rapide et plus marquée.

d) Il arrive très fréquemment qu'après une application d'une minute, la contraction s'accroisse encore l'électrode une fois retirée.

e) Le pôle négatif ne produit pas de stricture circonférencielle, mais seulement une dépression, comme une sorte de ride perpendiculaire au grand axe de l'organe.

f) Cette réaction conserve ses mêmes caractères quelque soit le point où l'on place le pôle positif.

Expérience II. — Lapin adulte comme ci-dessus, mais l'abdomen est ouvert en totalité du haut en bas.

Une anse grêle est placée sur une lame de verre, et quand les réactions résultant des divers traumatismes sont calmées, on place les électrodes sur cette cette anse à environ 8 centimètres l'une de l'autre, puis on fait passer le courant.

On constate alors fréquemment des mouvements en des points variables de l'intestin, mais ces mouvements ne sont pas plus fréquents aux points voisins des électrodes pas plus qu'au niveau de l'anse en expérience par rapport aux autres anses; aussi semble-t-il difficile d'admettre qu'ils soient dus au passage du courant lui-même.

Le circuit n'étant pas encore fermé, on fait sur l'anse en expérience de légères excitations mécaniques (petits coups fréquemment répétés à l'aide d'un mince morceau de bois). On constate alors que des réactions se produisent à peu près aux mêmes points où en des points situés un peu au-dessous de ceux qui avait réagi précédemment; ce qui amène à conclure que ces réactions à distance ne sont pas dues au passage du courant, mais bien à des actions réflexes déterminées par une excitation quelconque en un point de l'intestin.

Sur le même animal on remet tout l'intestin en paquet dans la cavité abdominable, les électrodes sont placées en deux points quelconques et on fait passer le courant. Avec une intensité de 10 milliampères on peut constater d'assez nom-

breux mouvements, mais presque toujours ces mouvements quand on les examine de près paraissent localisés à des angles de l'intestin en des points où deux anses se touchent.

On reprend alors la lame de verre, sur laquelle on place une anse, en ayant soin de la déposer de telle sorte qu'elle forme une courbe, et que dans la partie comprise entre les deux électrodes deux points éloignés de cette anse entrent en contact.

On constate alors que pendant le passage du courant une de ces portions en contact présente une stricture semblable à celle du pôle positif, et quand on renverse le courant c'est l'autre portion qui présente cette réaction. Il ne s'agit donc que d'une action polaire secondaire une anse jouant par rapport à l'autre le rôle d'électrode.

Pour mettre encore mieux le phénomène en lumière, on emploie le même dispositif, mais au lieu d'amener les deux points extrêmes de la courbe, en contact direct, on les rapproche simplement, et on les joint par un petit fil métallique, on constate alors très nettement dès que le courant passe, les réactions polaires habituelles aux deux extrémités de ce fil.

Expérience III. — Cobaye adulte fixé et éthérisé comme précédemment.

On dissèque la paroi de façon à laisser subsister le dernier feuillet composé du fascia transversalis, la masse intestinale de chaque côté de la ligne médiane est assez visible pour qu'on puisse constater les réactions.

1° On applique les deux pôles directement sur le fascia, et on constate sous chacun d'eux la réaction polaire caractéristique.

sans qu'on fasse passer le courant ; d'autre part toute excitation brusque de la paroi, et en particulier la contraction brusque des muscles latéraux, obtenue soit par excitation électrique, soit de toute autre façon, sont susceptibles de communiquer à la totalité de la masse intestinale des mouvements qui peuvent être suivis de contraction plus ou moins nette des fibres lisses.

Expérience IV. — On prend un lapin sur lequel on agit suivant le dispositif décrit dans l'expérience.

Les deux électrodes sont appliquées et on fait passer un courant faradique. On constate au niveau de chaque électrode une stricture identique quelle que soit leur situation respective.

Cette stricture est assez semblable à celle que produit le pôle positif du courant continu, mais elle a tendance à s'étendre au-dessus du point où porte l'électrode ; et on peut avec une électrode de deux millimètres de diamètre environ, obtenir une stricture annulaire de près de un centimètre de hauteur, dont le bord inférieur seul est en contact avec l'électrode. Si on prend alors le dispositif de l'expérience II, on constate qu'il n'y a pas de mouvements interpolaires véritables, mais seulement excitation des anses les unes par rapport aux autres.

Enfin pour un même appareil et pour un même enfoncement de la bobine, les phénomènes polaires sont d'autant plus intenses qu'on emploie une bobine à fil plus fin.

En plaçant les électrodes sur chaque flanc, on ne constate pas, quelle que soit l'intensité du courant, de réaction nette ; car les mouvements qu'on peut observer se produisent parfois

Expérience V. — Un lapin est tué par piqûre du bulbe, on ouvre immédiatement l'abdomen. On constate alors de très nombreux mouvements dus à la fois au contact de l'air et à la mort de l'animal. Au bout de 8 à 10 minutes, ces mouvements cessent, et l'intestin devient en totalité flasque et relâché. Dans ces conditions, les phénomènes réactionnels sont moins amples et exigent des intensités plus fortes que chez l'animal vivant, mais ils ont une rigueur mathématique, aucun phénomène surajouté ne venant troubler les réactions dues à l'électricité. On constate alors d'une façon plus évidente encore, l'absence de phénomènes en dehors des électrodes : soit avec le courant faradique, soit avec le courant galvanique. Les réactions polaires secondaires se manifestent très nettement. Les phénomènes vont d'ailleurs en s'atténuant, au fur et à mesure que le temps s'écoule ; mais trois-quarts d'heure après la mort on a encore une action appréciable au pôle passif avec 4 milliampères.

Nous avons choisi ces expériences pour les rapporter, parce qu'elles sont en quelque sorte mathématiques. Nous aurions pu en citer un grand nombre d'autres, mais nous avons cru inutile de rapporter toutes celles qui ne sont en réalité que des tâtonnements, ou celles qui ont été interrompues par des incidents, comme par exemple le sommeil incomplet de l'animal, une heure trop rapprochée de l'ingestion des aliments, etc. D'ailleurs MM. Laquerrière et Delherm ayant longuement exposé les résultats de leurs recherches, nous avons eu pour but de con-

trôler et de confirmer celles de leurs conclusions qu'ils donnaient comme définitivement acquises. Les expériences que nous rapportons nous paraissent remplir ce but.

Vu : le Président de la thèse,
DIEULAFOY

Vu : le Doyen,
DEBOVE

Vu et permis d'imprimer :
Pour le Vice-Recteur de l'Académie de Paris,
L'Inspecteur de l'Académie
L. BOMPART.

BIBLIOGRAPHIE

Beaunis et Bouchard. — Physiologie.

Onimus et Legros. — Traité d'électricité médicale.

Larat. — Traité d'électricité médicale.

Bardet. — Electricité médicale.

Laquerrière et Delherm. — Annales d'électro-biologie.

TABLE DES MATIÈRES

Pages.

AVANT-PROPOS 7

Physiologie de la fibre lisse 11

HISTORIQUE 15

Excitation de la fibre lisse en général 21

Conditions générales des expériences 24

I. Action des divers courants au niveau des électrodes 29

Courant continu 29

Différence et action respective à chaque pôle 29

Courant faradique 34

Similitude aux deux électrodes 34

Formes de la contraction au niveau des électrodes 39

Courant de Watteville ou courant galvano-faradique 41

Réaction des divers courants en dehors des points où portent les électrodes 43

Production fréquente entre les deux électrodes des mouvements dus à des actions polaires secondaires 46

Excitation à travers la paroi 55

Voltaïsation constante de l'abdomen 57

Voltaïsation avec interruption. Voltaïsation avec renversement 61

Déductions thérapeutiques 67

CONCLUSIONS 70

EXPÉRIENCES PERSONNELLES 77

BIBLIOGRAPHIE 84

Imp. de la Faculté de Médecine, H. JOUVE, 15, rue Racine, 15, Paris.